



- (51) 국제특허분류:
H01M 4/86 (2006.01) H01M 4/92 (2006.01)
H01M 4/90 (2006.01) H01M 4/88 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/015326
- (22) 국제출원일: 2016년 12월 27일 (27.12.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0190383 2015년 12월 30일 (30.12.2015) KR
- (71) 출원인: 코오롱인더스트리 주식회사 (KOLON INDUSTRIES, INC.) [KR/KR]; 13837 경기도 과천시 코오롱로 11, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 김정호 (KIM, Jung Ho); 16910 경기도 용인시 기흥구 마북로 154번길 30, Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 천지 (CHEON JEE INTERNATIONAL PATENT & LAW FIRM); 06301 서울시 강남구 논현로 28길 47 2층 (도곡동, 정우빌딩), Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO,

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

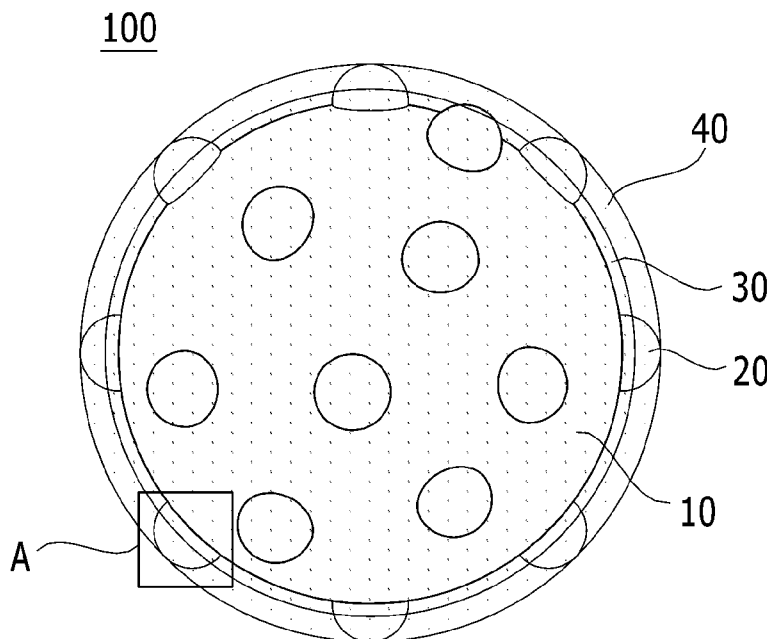
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: ELECTRODE, METHOD FOR MANUFACTURING ELECTRODE, AND FUEL CELL INCLUDING ELECTRODE

(54) 발명의 명칭: 전극과 전극의 제조방법, 그리고 이를 포함하는 연료전지



(57) Abstract: The present invention relates to an electrode for a fuel cell, a method for manufacturing the electrode, and a fuel cell including the electrode and, more particularly, to an electrode, which is for a fuel cell and includes a catalyst, an ionomer, and polydopamine, to a method for manufacturing the electrode, and to a fuel cell including the electrode. In the electrode for a fuel cell of the present invention, an effect is exhibited in which polydopamine enhances mixing and binding of the catalyst and ionomer such that cell performance and durability are improved.

(57) 요약서: 본 발명은 연료전지용 전극, 이의 제조방법, 그리고 이를 포함하는 연료전지에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 촉매, 이온노머 및 폴리도파민을 포함하는 연료전지용 전극, 이의 제조방법, 그리고 이를 포함하는 연료전지에 관한 것이다. 본 발명의 연료전지용 전극은 폴리도파민에 의해 촉매와 이온노머의 혼합 및 결합력을 향상시켜 전지 성능 및 내구성이 증대되는 효과를 보인다.

명세서

발명의 명칭: 전극과 전극의 제조방법, 그리고 이를 포함하는 연료전지

기술분야

- [1] 본 발명은 전극과 전극의 제조방법, 그리고 이를 포함하는 연료전지에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 촉매, 이오노머 및 폴리도파민을 포함하는 전극, 전극의 제조방법, 그리고 이를 포함하는 연료전지에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 연료전지는 메탄올, 에탄올, 천연 기체와 같은 탄화수소 계열의 연료물질 내에 함유되어 있는 수소와 산소의 산화/환원반응과 같은 화학 반응 에너지를 직접 전기 에너지로 변환시키는 발전 시스템을 구비한 전지로서, 높은 에너지 효율성과 오염물 배출이 적은 친환경적인 특징으로 인해 화석 에너지를 대체할 수 있는 차세대 청정 에너지원으로 각광받고 있다.
- [3] 이러한 연료 전지는 단위 전지의 적층에 의한 스택 구성으로 다양한 범위의 출력을 낼 수 있는 장점을 갖고 있으며, 소형 리튬 전지에 비하여 4 내지 10 배의 에너지 밀도를 나타내기 때문에 소형 및 이동용 휴대전원으로 주목받고 있다.
- [4] 연료전지에서 전기를 실질적으로 발생시키는 스택은 막-전극 접합체(Membrane Electrode Assembly, MEA)와 세퍼레이터(separator)(또는 바이폴라 플레이트(Bipolar Plate)라고도 함)로 이루어진 단위 셀이 수 개 내지 수십 개로 적층된 구조를 가지며, 막-전극 접합체는 일반적으로 전해질막을 사이에 두고 그 양쪽에 산화극(Anode, 또는, 연료극)과 환원극(Cathode, 또는 공기극)이 각각 형성된 구조를 이룬다.
- [5] 연료 전지는 전해질의 상태 및 종류에 따라 알칼리 전해질 연료전지, 고분자 전해질 연료 전지(Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell, PEMFC) 등으로 구분될 수 있는데, 그 중에 고분자 전해질 연료 전지는 100 °C 미만의 낮은 작동온도, 빠른 시동과 응답특성 및 우수한 내구성 등의 장점으로 인하여 휴대용, 차량용 및 가정용 전원장치로 각광을 받고 있다.
- [6] 고분자 전해질 연료 전지의 대표적인 예로는 수소 가스를 연료로 사용하는 수소이온 교환막 연료 전지 (Proton Exchange Membrane Fuel Cell, PEMFC), 액상의 메탄올을 연료로 사용하는 직접 메탄올 연료전지 (Direct Methanol Fuel Cell, DMFC) 등을 들 수 있다.
- [7] 고분자 전해질 연료 전지에서 일어나는 반응을 요약하면, 우선, 수소가스와 같은 연료가 산화극에 공급되면, 산화극에서는 수소의 산화반응에 의해 수소이온(H⁺)과 전자(e⁻)가 생성된다. 생성된 수소이온은 고분자 전해질 막을 통해 환원극으로 전달되고, 생성된 전자는 외부회로를 통해 환원극에 전달된다. 환원극에서는 산소가 공급되고, 산소가 수소이온 및 전자와 결합하여 산소의

환원반응에 의해 물이 생성된다.

- [8] 연료전지의 전극은 촉매, 이오노머 및 용매로 구성되는 전극 형성용 조성물을 통해 제조될 수 있는데, 이들 간의 결합 및 분산도가 전지의 성능 및 내구성에 큰 영향을 미치게 된다.
- [9] 특히, 촉매층에 포함되는 이오노머는 벌크 촉매층 속으로 양자전도 활성영역을 확산하는 효과를 가지며, 기계적인 안정성을 주는 결합제 역할과 습기를 함유하는 친수제 역할을 하여 이온전도를 위한 막의 탈수를 막을 수 있다. 또한, 이오노머가 부족하면 양자가 촉매에 접근하기 어렵고, 너무 많으면 전자전도 경로와 다공층의 가스이동 채널을 막아 플러딩을 초래할 수 있다.
- [10] 촉매의 활용율은 촉매와 이오노머의 균일한 분산 및 혼합으로 증대시킬 수 있지만, 물리적인 분산으로는 강한 결합력을 이끌어내기 힘들고, 촉매에 따라서는 균일한 혼합이 어려운 경우도 발생한다. 특히, 촉매 등은 전자의 흐름을 용이하게 하기 위해 높은 비표면적을 가지고 균일하게 분산된 형태를 가지는 것이 바람직한데, 높은 비표면적을 가진 촉매는 필연적으로 뭉치기 쉽기 때문에 비표면적을 넓혀 미분화할 수록 균일한 분산을 위해 더 많은 에너지가 요구된다. 따라서, 촉매와 이오노머의 균일한 혼합 및 강한 결합을 유도하여 촉매 활용율을 높일 수 있는 방법이 요구되고 있다.
- [11] 한편, 조개류의 일종인 홍합(mussel)은 유무기 재료의 다양한 표면뿐만 아니라 젖은 표면 및 일반적으로 접착이 어려운 표면에도 잘 부착되어 있는 것을 볼 수 있다. 홍합의 부착되는 표면의 단백질을 분석해 보면 3,4-디하이드록시-L-페닐알라닌 (3,4-dihydroxy-L-phenylalanine, DOPA; 도파민) 및 라이신 아미노산 (lysine amino acid)이 다량 포함되어 있는 것을 알 수 있다. 이에 대한 연구를 통하여 도파민의 경우 기관들과 강한 공유결합 또는 비공유 상호작용을 한다는 것이 알려져 있다.
- [12] 구체적으로, 기존에 알려진 도파민은 pH 8.5의 완충용액 하에서 자발적인 중합(polymerization)을 이루어 폴리도파민을 형성하게 되며, 이러한 과정을 통해 형성된 폴리도파민은 반응성 및 접착성이 매우 강해 그 표면에 새로운 배위결합 또는 공유결합을 용이하게 형성할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [13] 본 발명의 목적은 촉매와 이오노머의 균일한 혼합으로 성능 및 내구성이 향상된 전극을 제공하는 것이다.
- [14] 본 발명의 다른 목적은 상기 전극의 제조방법을 제공하는 것이다.
- [15] 본 발명의 또 다른 목적은 상기 전극을 포함하는 연료전지를 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [16] 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따르면, 촉매, 이오노머 및 폴리도파민을 포함하는 전극을 제공할 수 있다.

- [17] 상기 폴리도파민은 상기 촉매를 코팅할 수 있다.
- [18] 상기 전극은 상기 촉매, 상기 촉매를 코팅하며, 상기 폴리도파민을 포함하는 폴리도파민 층, 그리고 상기 폴리도파민 층을 코팅하며, 상기 이오노머를 포함하는 이오노머 층을 포함할 수 있다.
- [19] 상기 전극은 상기 촉매, 상기 촉매를 코팅하며, 상기 폴리도파민 및 상기 이오노머를 포함하는 이오노머-폴리도파민 층을 포함할 수 있다.
- [20] 상기 촉매는 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir), 오스뮴(Os), 백금-M 합금(상기 M은 팔라듐(Pd), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir), 오스뮴(Os), 갈륨(Ga), 티타늄(Ti), 바나듐(V), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au), 아연(Zn), 주석(Sn), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 란탄(La), 로듐(Rh) 및 이들의 하나 이상의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 것) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [21] 상기 촉매는 전체 전극 고형분의 50 내지 80 중량%만큼 포함할 수 있다.
- [22] 상기 촉매는 촉매 금속 입자 단독 또는 담체에 담지된 촉매 금속 입자를 포함할 수 있다.
- [23] 상기 담체는 탄소계 촉매 담체, 지르코니아, 알루미늄, 티타니아, 실리카, 세리아 등의 다공성 무기산화물, 제올라이트 및 이들의 하나 이상의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [24] 상기 촉매가 담체에 담지된 촉매 금속 입자를 포함하는 경우, 상기 촉매 금속 입자는 상기 촉매의 20 내지 80 중량%만큼 포함할 수 있다.
- [25] 상기 이오노머는 측쇄에 술폰산기, 카르복실산기, 인산기, 포스포닌산기 및 이들의 유도체로 이루어진 군에서 선택되는 양이온 교환기를 가지고 있는 고분자 수지를 포함할 수 있다.
- [26] 상기 이오노머는 전체 전극 고형분의 20 내지 50 중량%만큼 포함할 수 있다.
- [27] 상기 폴리도파민은 상기 촉매 100 중량부에 대하여 0.1 내지 10 중량부로 포함할 수 있다.
- [28] 본 발명의 다른 바람직한 일 실시예에 따르면, 도파민을 포함하는 용매에 촉매를 첨가하여 촉매용액을 제조하는 단계, 상기 촉매용액에 이오노머를 첨가하여 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계, 그리고 상기 전극 형성용 조성물을 코팅하여 전극을 제조하는 단계를 포함하는 것인 전극의 제조방법을 제공할 수 있다.
- [29] 상기 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계에서, 상기 도파민은 상기 촉매의 환원력 또는 자연적인 산화반응에 의해 산화 및 중합되어, 상기 촉매 표면에 폴리도파민을 포함하는 폴리도파민 층을 형성하는 것인 전극의 제조방법을 제공할 수 있다.
- [30] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 촉매 및 이오노머를 포함하는 용액에 도파민을 첨가하여 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계, 그리고 상기 전극 형성용 조성물을 코팅하여 전극을 제조하는 단계를 포함하는 것인 전극의

제조방법을 제공할 수 있다.

- [31] 상기 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계에서, 상기 도파민은 상기 촉매의 환원력 또는 자연적인 산화반응에 의해 산화 및 중합되어, 상기 촉매 표면에 폴리도파민 및 이오노머를 포함하는 이오노머-폴리도파민 층을 형성할 수 있다.
- [32] 상기 도파민의 중합시간은 6시간 이하일 수 있다.
- [33] 상기 코팅은 슬롯 다이 코팅, 바 코팅, 콤팩트 코팅, 닥터 블레이드 및 이들의 혼합법 중에서 선택되는 어느 하나를 포함할 수 있다.
- [34] 상기 전극을 제조하는 단계 이후에 상기 전극을 고분자 전해질막에 전사하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [35] 상기 전사는 100 내지 150 °C, 1 내지 10 MPa에서 이루어질 수 있다.
- [36] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 상기 전극을 포함하는 것인 연료전지를 제공할 수 있다.

발명의 효과

- [37] 본 발명의 연료전지용 전극은 촉매와 이오노머의 혼합 및 결합력을 향상시켜 전지성능 및 내구성이 증대되는 효과를 보인다.

도면의 간단한 설명

- [38] 도 1 내지 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극의 모식도이다.
- [39] 도 4는 본 발명의 실시예 1에 따른 촉매에 폴리도파민 층이 코팅된 전극의 투과전자현미경(TEM) 이미지이다.
- [40] 도 5는 본 발명의 실시예 2에 따른 촉매에 이오노머-폴리도파민 층이 코팅된 전극의 투과전자현미경(TEM) 이미지이다.
- [41] 도 6은 비교예 전극의 투과전자현미경(TEM) 이미지이다.
- [42] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 연료전지 구조의 모식도이다.
- [43] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 전극과 비교예의 전극의 활성을 비교한 성능평가 자료이다.

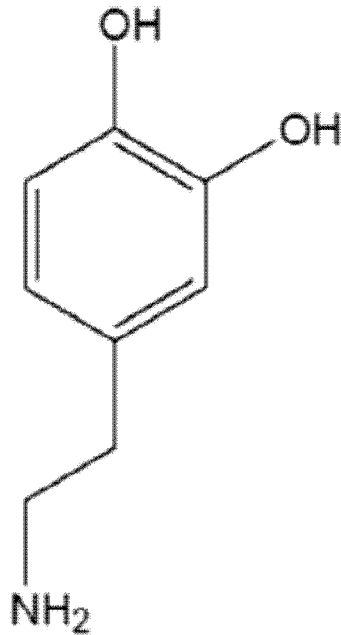
발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [44] 이하, 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 다만, 이는 예시로서 제시되는 것으로, 이에 의해 본 발명이 제한되지는 않으며 본 발명은 후술할 청구범위의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [45] 본 명세서에서 특별한 언급이 없는 한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 '위에' 있다고 할 때, 이는 다른 부분 '바로 위에' 있는 경우 뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.
- [46]
- [47] 본 발명의 일 실시예에 따른 전극의 구조를 도 1에서 모식적으로 나타내며, 이를 보다 자세하게 설명하도록 하겠다.
- [48] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 담체 및 촉매 금속 입자들을 포함하는 촉매의 표면에 폴리도파민 층과 이오노머 층이 각각 코팅되어 형성된 전극의

모식도이고, 도 2는 촉매 표면에서 폴리도파민 층과 이오노머 층의 결합 양상을 나타낸 모식도이다. 도 3은 본 발명의 다른 일 실시예에 따른 담체 및 촉매 금속 입자들을 포함하는 촉매의 표면에 이오노머-폴리도파민 층이 코팅되어 형성된 전극의 모식도이다.

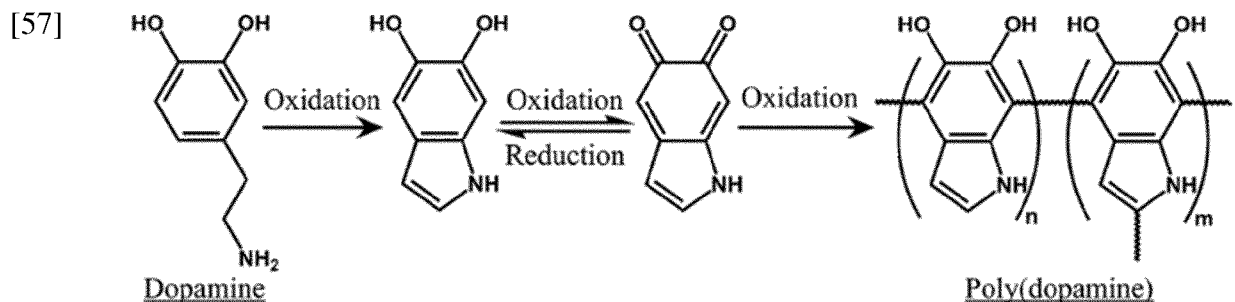
- [49] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 도 1에서 모식화한 전극(100)은 촉매, 이오노머 및 폴리도파민을 포함할 수 있다. 상기 촉매는 촉매 금속 입자 단독 또는 담체(10)에 담지된 촉매 금속 입자(20), 보다 바람직하게는 담체(10)에 담지된 하나 이상의 촉매 금속 입자(20)들을 포함할 수 있다. 상기 전극(100)은 보다 바람직하게는 담체(10) 및 촉매 금속 입자(20)들을 포함하는 촉매를 코팅하며, 폴리도파민을 포함하는 폴리도파민 층(30), 및 폴리도파민 층(30)을 코팅하며, 이오노머를 포함하는 이오노머 층(40)을 포함하는 구조를 가질 수 있다.
- [50] 도 2에서와 같이 담체(10) 및 촉매 금속 입자(20)들을 포함하는 촉매의 표면에 코팅된 폴리도파민 층(30)과 이오노머 층(40)의 결합 양상을 살펴보면, 폴리도파민 층(30)에 포함된 폴리도파민은 담체(10) 방향으로 수산화기가 배열되고, 이오노머 층(40) 방향으로 2차 아민기가 배열될 수 있다. 상기와 같이 배열된 폴리도파민은 담체(10) 및 촉매 금속 입자(20)들과 이오노머 층(40)을 배위결합 또는 반데르발스 힘으로 서로 연결함으로써 친화력을 향상시켜, 결과적으로 전극 내 촉매와 이오노머 간의 분산성과 결합력을 향상시키는 역할을 하고, 이를 통해 이온전도도 및 내구성을 증진시키는 등의 촉매 활용을 증대 및 성능 향상 효과를 나타낼 수 있다.
- [51] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 도 3에서 모식화한 전극(110)은 촉매, 이오노머 및 폴리도파민을 포함할 수 있으며, 보다 바람직하게는 촉매 표면에 이오노머 및 폴리도파민을 포함하는 이오노머-폴리도파민 층을 포함할 수 있다. 상기 촉매는 촉매 금속 입자 단독 또는 담체(10)에 담지된 촉매 금속 입자(20), 보다 바람직하게는 하나 이상의 촉매 금속 입자(20)들을 포함할 수 있다. 상기 전극(110)은 보다 바람직하게는 상기 담체(10) 및 촉매 금속 입자(20)들을 포함하는 촉매의 표면을 코팅하며, 폴리도파민 및 이오노머를 포함하는 이오노머-폴리도파민 층(50)을 포함하는 구조를 가질 수 있다.
- [52] 보다 바람직하게 상기 폴리도파민은 하기 화학식 1의 카테콜 아민인 DOPA(3,4-dihydroxy-phenylalanine) 또는 그 유도체를 포함할 수 있으며, 보다 바람직하게는 하기 DOPA 또는 그 유도체의 중합반응에 의해서 제조될 수 있다.
- [53] [화학식 1]

[54]



[55] 구체적으로, 상기 폴리로파민은 하기 반응식 1과 같은 자연적인 산화에 의한 중합반응을 거쳐 중합될 수 있으며, 보다 바람직하게 상기 폴리로파민은 상기 촉매의 환원력에 의하여 보다 빠른 속도로 산화 및 중합될 수 있다.

[56] [반응식 1]



[58] 상기 폴리로파민은 상기 촉매 100 중량부에 대하여 0.1 내지 10 중량부로 포함될 수 있으며, 상기 도파민이 상기 촉매 100 중량부에 대하여 0.1 중량부 미만으로 포함될 경우, 촉매와 이오노머의 결합력 향상효과가 저하될 수 있으며, 10 중량부를 초과하는 경우에는 두꺼운 폴리로파민 층이 형성되어 이온전달 및 전자전달에 문제가 발생할 수 있다.

[59] 상기 촉매는 수소 산화반응, 산소 환원반응에 촉매로 사용될 수 있는 것은 어느 것을 사용하여도 무방하며, 바람직하게는 백금계 금속을 사용하는 것이 좋다.

[60] 상기 백금계 금속은 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir), 오스뮴(Os), 백금-M 합금(상기 M은 팔라듐(Pd), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir), 오스뮴(Os), 갈륨(Ga), 티타늄(Ti), 바나듐(V), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co), 니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au), 아연(Zn), 주석(Sn), 몰리브덴(Mo), 텅스텐(W), 란타넘(La) 및 로듐(Rh)으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나 이상) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 하나를 포함할 수 있으며, 보다

바람직하게는 상기 백금계 촉매 금속 군에서 선택된 2종 이상의 금속을 조합한 것을 사용할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 본 기술분야에서 사용가능한 백금계 촉매 금속이라면 제한 없이 사용할 수 있다.

[61] 또한, 상기 촉매는 금속 자체(black)를 사용할 수도 있고, 촉매 금속을 담체(10)에 담지시켜 사용할 수도 있다.

[62] 상기 담체(10)는 탄소계 담체, 지르코니아, 알루미늄, 티타니아, 실리카, 세리아 등의 다공성 무기산화물, 제올라이트 등에서 선택될 수 있다. 상기 탄소계 담체는 슈퍼피(super P), 탄소섬유(carbon fiber), 탄소시트(carbon sheet), 카본블랙(carbon black), 케첸블랙(Ketjen Black), 아세틸렌 블랙(acetylene black), 카본나노튜브(carbon nano tube, CNT), 탄소구체(carbon sphere), 탄소리본(carbon ribbon), 풀러렌(fullerene), 활성탄소 및 이들의 하나 이상의 조합에서 선택될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 본 기술분야에서 사용가능한 담체는 제한 없이 사용할 수 있다.

[63] 상기 촉매 금속 입자(20)는 담체(10)의 표면 위에 위치할 수도 있고, 담체(10)의 내부 기공(pore)을 채우면서 담체 내부로 침투할 수도 있다.

[64] 상기 담체에 담지된 귀금속을 촉매로 사용하는 경우에는 상용화된 시판된 것을 사용할 수도 있고, 또한 담체에 귀금속을 담지시켜 제조하여 사용할 수도 있다. 상기 담체에 귀금속을 담지시키는 공정은 당해 분야에서 널리 알려진 내용이므로 본 명세서에서 자세한 설명은 생략하여도, 당해 분야에 종사하는 사람들에게 쉽게 이해될 수 있는 내용이다.

[65] 상기 촉매 금속 입자(20)는 상기 촉매의 중량대비 20 내지 80 중량%로 함유될 수 있으며, 20 중량% 미만으로 함유될 경우에는 활성저하의 문제가 있을 수 있고, 80 중량%를 초과할 경우에는 촉매 금속 입자의 응집으로 활성면적이 줄어들어 촉매 활성이 반대로 저하될 수 있다.

[66] 상기 촉매는 전체 전극 고형물의 중량대비 50 내지 80 중량%로 함유될 수 있으며, 50 중량% 미만일 경우에는 촉매의 부족으로 인한 활성 저하의 문제가 있을 수 있고, 80 중량%를 초과하는 경우에는 이오노머가 부족하여 이온 전도에 불리할 수 있다.

[67] 상기 이오노머는 수소이온 전도성 고분자를 포함할 수 있으며, 바람직하게는 측쇄에 술폰산기, 카르복실산기, 인산기, 포스포닌산기 및 이들의 유도체로 이루어진 군에서 선택되는 양이온 교환기를 가지고 있는 고분자 수지는 어느 것이나 이용될 수 있다. 더 구체적으로는 플루오르계 고분자, 벤즈이미다졸계 고분자, 폴리에테르이미드계 고분자, 폴리에테르이미드계 고분자, 폴리페닐렌술폰이드계 고분자, 폴리술폰계 고분자, 폴리에테르술폰계 고분자, 폴리에테르케톤계 고분자, 폴리에테르-에테르케톤계 고분자 및 폴리페닐퀴논살린계 고분자 중에서 선택되는 1종 이상의 수소이온 전도성 고분자를 포함할 수 있고, 보다 구체적으로는 폴리(퍼플루오로술폰산), 폴리(퍼플루오로카르복실산), 술폰산기를 포함하는 테트라플루오로에틸렌과

플루오로비닐에테르의 공중합체, 황화폴리에테르케톤, 아릴케톤, 폴리(2,2'-m-페닐렌)-5,5'-바이벤즈이미다졸[poly(2,2'-m-phenylene)-5,5'-bibenzimidazole] 및 폴리(2,5-벤즈이미다졸) 중에서 선택되는 1종 이상의 수소이온 전도성 고분자를 포함하는 것을 사용할 수 있다.

- [68] 상기 수소이온 전도성을 갖는 고분자 수지는 측쇄 말단의 양이온 교환기에서 H를 Na, K, Li, Cs 또는 테트라부틸암모늄으로 치환할 수도 있다. 상기 측쇄 말단의 이온 교환기에서 H를 Na으로 치환하는 경우에는 측쇄 조성물 제조시 NaOH를, 테트라부틸암모늄으로 치환하는 경우에는 테트라부틸암모늄 하이드록사이드를 사용하여 치환하며, K, Li 또는 Cs도 적절한 화합물을 사용하여 치환할 수 있다. 상기 치환 방법은 당해 분야에 널리 알려진 내용이므로 본 명세서에서 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- [69] 상기 수소이온 전도성 고분자는 단일물 또는 혼합물 형태로 사용가능하며, 또한 선택적으로 고분자 전해질 막과의 접착력을 보다 향상시킬 목적으로 비전도성 화합물과 함께 사용될 수도 있다. 그 사용량은 사용 목적에 적합하도록 조절하여 사용하는 것이 바람직하다.
- [70] 상기 비전도성 화합물로는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE), 테트라플루오로에틸렌-헥사플루오르프로필렌 공중합체(FEP), 테트라플루오로에틸렌-퍼플루오로알킬비닐에테르 공중합체(PFA), 에틸렌/테트라플루오로에틸렌 (ethylene/tetrafluoroethylene(ETFE)), 에틸렌클로로트리플루오로-에틸렌공중합체(ECTFE), 폴리비닐리덴플루오라이드, 폴리비닐리덴플루오라이드-헥사플루오르프로필렌의 코폴리머(PVdF-HFP), 도데실벤젠술폰산 및 소르비톨(sorbitol)로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 것이 사용될 수 있다. 보다 바람직하게는 나피온 등을 사용할 수 있다.
- [71] 상기 이온노머는 전체 전극 고형분의 중량대비 20 내지 50 중량%로 함유될 수 있으며, 20 중량% 미만일 경우에는 생성된 이온이 잘 전달되지 못하는 문제가 있을 수 있고, 50 중량%를 초과하는 경우에는 기공이 부족하여 수소 또는 산소(공기)의 공급이 어려우며 반응할 수 있는 활성면적이 줄어들 수 있다.
- [72] 상기 연료전지용 전극은 상기 활물질 이외에도 물, 친수성 용매, 유기용매 및 이들의 하나 이상의 혼합물로 이루어진 군에서 선택되는 용매를 더 포함하는 전극 형성용 조성물을 구성하여 제조할 수 있다.
- [73] 상기 친수성 용매는 탄소수 1 내지 12의 직쇄상, 분지상의 포화 또는 불포화 탄화수소를 주쇄로서 포함하는 알코올, 케톤, 알데히드, 카보네이트, 카르복실레이트, 카르복실산, 에테르 및 아마이드로 구성된 군으로부터 선택되는 하나 이상의 관능기를 가진 것일 수 있으며, 이들은 지환식 또는 방향족 사이클로 화합물을 주쇄의 최소한 일부로 포함할 수 있다. 구체적인 예로 알코올에는 메탄올, 에탄올, 이소프로필알코올, 에톡시 에탄올, n-프로필알코올, 부틸알코올, 1,2-프로판디올, 1-펜탄올, 1,5-펜탄디올, 1,9-노난디올 등; 케톤에는

헵타논, 옥타논 등; 알데히드에는 벤즈알데하이드, 톨루알데하이드 등; 에스터에는 메틸펜타노에이트, 에틸-2-하이드록시프로파노에이트 등; 카르복실산에는 펜타노익산, 헵타노익산 등; 에테르에는 메톡시벤젠, 다이메톡시프로판 등; 아마이드에는 프로판아미드, 뷰틸아미드, 디메틸아세트아마이드 등이 있다.

- [74] 상기 유기용매는 N-메틸피롤리돈, 디메틸술폰, 테트라하이드로퓨란 및 이들의 혼합물에서 선택할 수 있다.
- [75] 상기 용매는 전체 전극 형성용 조성물 중량대비 80 내지 95 중량%로 함유될 수 있으며, 80 중량% 미만일 경우에는 고형분의 함량이 너무 높아 전극 코팅시 균열 및 고점도로 인한 분산 문제가 있을 수 있고, 95 중량%를 초과하는 경우에는 전극활성에 불리할 수 있다.
- [76] 본 발명의 다른 일 실시예에 따르면, 도파민을 포함하는 용매에 촉매를 첨가하여 촉매용액을 제조하는 단계, 상기 촉매용액에 이오노머를 첨가하여 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계, 그리고 상기 전극 형성용 조성물을 코팅하여 전극을 제조하는 단계를 포함하는 것인 전극의 제조방법을 제공할 수 있다.
- [77] 상기 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계에서, 상기 도파민은 자연적으로 산화 및 중합되거나, 보다 바람직하게는 상기 촉매, 보다 바람직하게는 백금(Pt)계 촉매 금속 입자에 의해 보다 빠르게 상기 반응식 1과 같이 산화 및 중합되어, 상기 촉매 표면에 폴리도파민을 포함하는 폴리도파민 층을 형성할 수 있다.
- [78] 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따르면, 촉매 및 이오노머를 포함하는 촉매-이오노머 용액에 도파민을 첨가하여 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계, 그리고 상기 전극 형성용 조성물을 코팅하여 전극을 제조하는 단계를 포함하는 것인 전극의 제조방법을 제공할 수 있다.
- [79] 상기 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계에서, 상기 도파민은 자연적으로 산화 및 중합되거나, 보다 바람직하게는 상기 촉매, 보다 바람직하게는 백금(Pt)계 촉매 금속 입자에 의해 보다 빠르게 상기 반응식 1과 같이 산화 및 중합되어, 상기 촉매 표면에 폴리도파민 및 이오노머를 포함하는 이오노머-폴리도파민 층을 형성할 수 있다.
- [80] 상기 도파민의 중합시간은 6시간 이하일 수 있다.
- [81] 기존 선행문헌들에서 폴리도파민을 형성하는 과정은 숙성과정을 거치기 때문에 버퍼 용액(pH 8.0 내지 8.5) 내에서 중합반응을 수행하는 과정을 필요로 하였다. 그러나, 본 발명에서는 촉매의 환원력에 의하여 보다 빠르게 도파민을 산화 및 중합시킬 수 있기 때문에, 숙성 조건을 위한 버퍼 용액이나 긴 숙성시간을 필요로 하지 않는다.
- [82] 따라서, 상기 전극 형성용 조성물은 도파민의 중합을 위해 별도의 버퍼 용액이 첨가되거나 숙성 과정이 추가되는 절차를 포함하지 않고 전극용액과 동일한

조건에서 in-situ 상으로 폴리도파민을 형성하는 반응 진행이 가능하고, 이를 촉매 및 이오노머 간의 결합력 증진에 활용할 수 있게 되었다.

- [83] 상기 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계는 초음파 분산, 교반, 3롤밀, 유성교반, 고압분산 및 이들의 혼합법 중에서 선택되는 어느 하나의 분산법을 포함할 수 있다.
- [84] 상기 전극을 제조하는 단계는 상기 전극 형성용 조성물을 이형필름에 코팅하여 전극을 제조하고, 상기 전극을 고분자 전해질막에 전사하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [85] 상기 전극 형성용 조성물을 상기 이형필름 위에 코팅할 때는 상기 활물질이 분산된 전극 형성용 조성물을 연속적 또는 간헐적으로 코터(coater)에 이송시킨 후 이형필름 상에 10 내지 200 μm 의 건조두께로 균일하게 도포하는 것이 바람직하다.
- [86] 더욱 상세하게는, 상기 전극 형성용 조성물의 점성에 따라 펌프를 통해서 연속적으로 다이(die), 그라비아(gravure), 바(bar), 콤마 코터(comma coater) 등의 코터에 이송한 후, 슬롯다이 코팅, 바 코팅, 콤마 코팅, 스크린 프린팅, 스프레이 코팅, 닥터 블레이드 코팅, 브러시 등의 방법이 사용하여 데칼필름 위에 전극층의 건조두께가 10 내지 200 μm , 더욱 바람직하게는 10 내지 100 μm 로 균일하게 도포하고 일정한 온도로 유지된 건조로를 통과시키며 용매를 휘발시킨다.
- [87] 상기 전극 형성용 조성물을 1 μm 미만의 두께로 코팅할 경우 반응 면적이 작아 활성이 떨어질 수 있고, 200 μm 를 초과하는 두께로 코팅할 경우에는 이온 및 전자의 이동 거리가 증가하여 저항이 증가될 수 있다.
- [88] 상기 건조 공정은 25 내지 90 $^{\circ}\text{C}$ 에서 12시간 이상 건조시키는 것일 수 있다. 상기 건조 온도가 25 $^{\circ}\text{C}$ 미만이고 건조온도가 12시간 미만인 경우에는 충분히 건조된 전극을 형성하지 못할 수 있는 문제가 발생될 수 있고, 90 $^{\circ}\text{C}$ 를 초과하는 온도에서 건조시키면 전극의 균열 등이 발생할 수 있다.
- [89] 다만, 상기 전극 형성용 조성물을 도포 및 건조하는 방법은 상기에 한정되지 않는다.
- [90] 상기 전극 형성용 조성물을 건조시켜 전극을 제조하는 단계 이후에는 건조된 전극층 및 이형필름을 필요한 크기로 컷팅하여 고분자 전해질막에 전사하는 단계를 행할 수 있다.
- [91] 상기 고분자 전해질막은 탄화수소계 고분자 전해질 막, 불소계 고분자 전해질 막 및 이들의 하나 이상의 혼합물 또는 공중합체를 사용할 수 있다.
- [92] 상기 탄화수소계 고분자 전해질막은 탄화수소계 고분자를 포함할 수 있으며, 상기 고분자는 스티렌, 이미드, 술폰, 포스파젠, 에테르에테르 케톤, 에틸렌옥사이드, 폴리페닐렌 설파이드 또는 방향족기의 호모폴리머 또는 코폴리머 및 이들의 유도체 등에서 선택할 수 있으며, 이들 고분자는 단독 또는 조합으로 사용할 수 있다. 탄화수소계 고분자를 사용하여 전해질막을 제조하는

것은 불소계 고분자를 사용하는 것보다 제조비용이 저렴하고, 제조가 용이하며, 높은 이온전도도를 나타낸다.

- [93] 상기 적합한 탄화수소막으로는 보다 바람직하게는 술폰화 폴리술폰 (sulfonated polysulfone), 술폰화 폴리에테르술폰(sulfonated polyethersulfone), 술폰화 폴리에테르케톤(sulfonated polyetherketone), 술폰화 폴리에테르에테르케톤(sulfonated poly ether ether ketone), 술폰화 폴리아릴렌에테르에테르케톤(sulfonated polyarylene ether ether ketone), 술폰화 폴리아릴렌에테르술폰(sulfonated polyarylene ether sulfone), 술폰화 폴리아릴렌에테르벤즈이미다졸(sulfonated polyarylene ether benzimidazole) 및 이온전도체가 도입된 막으로 이루어진 군에서 선택되는 하나 이상을 사용할 수 있다.
- [94] 상기 불소계 고분자 전해질막은 이온전도성 막으로 필름을 형성할 수 있을 정도의 기계적 강도 및 높은 전기화학적 안정성을 갖는 물질이라면 특별한 제한없이 사용될 수 있다. 불소계 고분자 전해질막의 구체적인 예로서는 퍼플루오로설폰산 수지, 테트라플루오로에틸렌과 플루오로비닐에테르의 공중합체 등이 있다. 플루오로비닐에테르 모이어티는 수소이온을 전도하는 기능을 갖는다.
- [95] 상기 전극과 전해질 막을 접합하는 전사단계는 금속프레스 단독 또는 금속프레스에 실리콘 고무재 등과 같은 고무재의 연질판을 덧대어 열과 압력을 가해 수행될 수 있다.
- [96] 상기 전사공정은 100 내지 150 °C, 1 내지 10 MPa에서 이루어질 수 있다. 100 °C, 1 MPa 미만의 조건에서 핫프레싱 할 경우, 이형필름상의 전극층의 전사가 제대로 이루어지지 않을 수 있고, 150 °C를 초과할 경우에는 전해질막의 고분자가 타면서 전극층의 구조변성이 일어날 우려가 있으며, 10 MPa를 초과하는 조건에서 핫프레싱 할 경우, 전극의 전사보다 전극층을 압착하는 효과가 더 커져서 전사가 제대로 이루어지지 못할 수 있다.
- [97] 상기 전사단계 이후에 이형필름을 제거하는 단계를 더 포함하여 막-전극 접합체를 제조할 수 있다.
- [98] 상기 막-전극 접합체는 서로 대향하여 위치하는 애노드 전극과 캐소드 전극, 그리고 상기 애노드 전극과 상기 캐소드 전극 사이에 위치하는 고분자 전해질 막을 포함하고, 상기 애노드 전극 및 상기 캐소드 전극 중 적어도 하나는 전술한 전극이 사용된다.
- [99]
- [100] 본 발명의 또 다른 일 실시예는 상기 전극을 포함하는 연료전지를 제공한다. 도 7은 본 발명의 또 다른 일 실시예에 따른 연료전지의 전체적인 구성을 도시한 모식도이다.
- [101] 상기 도 7을 참조하면, 상기 연료전지(200)는 연료와 물이 혼합된 혼합 연료를 공급하는 연료 공급부(210), 상기 혼합 연료를 개질하여 수소 가스를 포함하는

개질 가스를 발생시키는 개질부(220), 상기 개질부(220)로부터 공급되는 수소 가스를 포함하는 개질 가스가 산화제와 전기 화학적인 반응을 일으켜 전기 에너지를 발생시키는 스택(230), 및 산화제를 상기 개질부(220) 및 상기 스택(230)으로 공급하는 산화제 공급부(240)를 포함한다.

[102] 상기 스택(230)은 상기 개질부(220)로부터 공급되는 수소 가스를 포함하는 개질 가스와 산화제 공급부(240)로부터 공급되는 산화제의 산화/환원 반응을 유도하여 전기 에너지를 발생시키는 복수의 단위 셀을 구비한다.

[103] 각각의 단위 셀은 전기를 발생시키는 단위의 셀을 의미하는 것으로서, 수소 가스를 포함하는 개질 가스와 산화제 중의 산소를 산화/환원시키는 상기 막-전극 접합체와, 수소 가스를 포함하는 개질 가스와 산화제를 막-전극 접합체로 공급하기 위한 분리판(또는 바이폴라 플레이트(bipolar plate)라고도 하며, 이하 '분리판'이라 칭한다)을 포함한다. 상기 분리판은 상기 막-전극 접합체를 중심에 두고, 그 양측에 배치된다. 이 때, 상기 스택의 최외측에 각각 위치하는 분리판을 특별히 엔드 플레이트라 칭하기도 한다.

[104] 상기 분리판 중 상기 엔드 플레이트에는 상기 개질부(220)로부터 공급되는 수소 가스를 포함하는 개질 가스를 주입하기 위한 파이프 형상의 제1 공급관(231)과, 산소 가스를 주입하기 위한 파이프 형상의 제2 공급관(232)이 구비되고, 다른 하나의 엔드 플레이트에는 복수의 단위 셀에서 최종적으로 미반응되고 남은 수소 가스를 포함하는 개질 가스를 외부로 배출시키기 위한 제1 배출관(233)과, 상기한 단위 셀에서 최종적으로 미반응되고 남은 산화제를 외부로 배출시키기 위한 제2 배출관(234)이 구비된다.

발명의 실시를 위한 형태

[105] 이하에서는 본 발명의 구체적인 실시예들을 제시한다. 다만, 하기에 기재된 실시예들은 본 발명을 구체적으로 예시하거나 설명하기 위한 것에 불과하며, 이로서 본 발명이 제한되는 것은 아니다. 또한, 여기에 기재되지 않은 내용은 당 기술분야에서 숙련된 자이면 충분히 기술적으로 유추할 수 있는 것으로 그 설명을 생략한다.

[106]

[실시예 1]

[108] 바이알에 물 420 중량부와 도파민 3 중량부를 첨가하여 도파민을 녹인 용액을 제조한 뒤, 상기 도파민을 녹인 용액에 Pt-Ru 혹은 Pt/C(다나카 사(社) 제품)인 촉매 100 중량부를 넣고 교반 과정을 통해 적서 촉매 내 기포를 제거하였다.

[109] 상기 용액에 이오노머 용액(Nafion 5 % 용액, 듀폰 사(社) 제품) 750 중량부를 첨가하고 교반 및 초음파 분산법으로 균일하게 혼합하여 촉매 슬러리 조성물을 제조하였다.

[110] 상기 촉매 슬러리 조성물을 폴리이미드 이형필름에 코팅속도 10 mm/s, 코팅 두께 100 μ m의 조건으로 바 코팅한 후, 30 $^{\circ}$ C, 6 시간 동안 건조시켜 전극을

제조하였다.

- [111] 상기 건조된 전극을 필요한 크기로 자르고, 고분자 전해질 막(듀폰社 제품; Nafion 212 Membrane) 양면에 전극면과 전해질막이 맞닿게 정렬시킨 후, 100 °C, 10 MPa의 열 및 압력 조건으로 5분간 압착한 후, 1분간 상온에서 유지하는 방법으로 핫프레싱하여 전사하고, 이형필름을 박리하여 막-전극 접합체를 제조하였다.
- [112] 상기 막-전극 접합체를 하나 이상 포함하는 스택을 포함하는 연료전지를 제조하였다.
- [113] **[실시예 2]**
- [114] 바이알에 Pt-Ru/C 혹은 Pt/C(다나카 사(社) 제품)인 촉매 100 중량부와 이오노머 용액(Nafion 5 % 용액, 듀폰 사(社) 제품) 750 중량부 및 용매로 물 420 중량부를 첨가하여 촉매-이오노머 용액을 제조하였다.
- [115] 상기 용액에 도파민 3 중량부를 첨가하고 교반 및 초음파 분산법으로 균일하게 혼합하여 촉매 슬러리 조성물을 제조하였다.
- [116] 이후 상기 촉매 슬러리 조성물을 데칼필름에 코팅, 건조하여 막-전극 접합체를 제조하는 단계 및 전지를 제조하는 단계는 상기 실시예 1에서 기재한 바와 동일하게 진행하여 전지를 제조하였다.
- [117] **[비교예]**
- [118] 바이알에 Pt-Ru/C(다나카 사(社) 제품)인 촉매 100 중량부와 이오노머 용액(Nafion 5 % 용액, 듀폰 사(社) 제품) 750 중량부 및 용매로 물 420 중량부를 첨가하여 촉매 슬러리 조성물을 제조하였다.
- [119] 이후 상기 촉매 슬러리 조성물을 데칼필름에 코팅, 건조하여 막-전극 접합체를 제조하는 단계 및 전지를 제조하는 단계는 상기 실시예 1에서 기재한 바와 동일하게 진행하여 전지를 제조하였다.
- [120] **[실험예 1: 전극의 결합 평가]**
- [121] 상기 실시예 1 내지 2 및 비교예에서 제조된 전극을 투과전자현미경(TEM)으로 관찰하여 하기 도 4 내지 6에 도시하였다.
- [122] 도 4는 본 발명의 실시예 1에 따른 촉매에 폴리도파민 층이 코팅된 전극의 투과전자현미경(TEM) 이미지이고, 도 5는 본 발명의 실시예 2에 따른 촉매에 이오노머-폴리도파민 층이 코팅된 전극의 투과전자현미경(TEM) 이미지이다. 도 6은 비교예 전극의 투과전자현미경(TEM) 이미지이다.
- [123] 상기 도 4 및 5와 같이 실시예의 폴리도파민이 포함된 전극(실시예 1 및 2)은 도 6과 같은 기준촉매(비교예)와 비교하였을 때, 촉매 표면에 무정형의 도파민 층이 형성되어 있는 것을 확인할 수 있었다. 또한, 도파민 용액에 촉매와 이오노머를 각각 따로 혼합한 실시예 1의 경우나, 촉매-이오노머 혼합용액에 도파민을 혼합한 실시예 2의 경우 모두 도파민과 이오노머 층의 구분이 어려울 정도로 결합력이 강화된 전극이 형성되었음을 확인할 수 있었다.
- [124] **[실험예 2: 전극의 성능 평가]**

- [125] 상기 실시예 1 및 비교예에서 제조된 전극에서 출력되는 전압과 전류를 측정하고, 전압-전류밀도의 출력특성(방전성능)을 비교평가하여 하기 도 8에 결과를 도시하였다.
- [126] 상기 도 8에서 평가한 본 발명의 실시예 및 비교예의 전극 성능평가 자료를 바탕으로 단위 셀 상에서 MEA 자체의 내구성 평가 및 성능 평가를 통하여 실시예의 전극의 경우, 비교예에 비하여 전류밀도에 따른 전압성능이 우수함을 확인할 수 있었다.
- [127] 이상에서 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만, 상기한 실시예는 본 발명의 특정한 일 예로서 제시되는 것으로, 이에 의해 본 발명이 제한되지는 않으며 본 발명의 권리범위는 후술할 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

산업상 이용가능성

- [128] 본 발명의 연료전지용 전극은 폴리도파민의 접착능력을 통해 촉매와 이오노머의 혼합 및 결합력을 향상시켜 전지성능 및 내구성이 증대되는 효과를 보이므로, 기존 연료전지용 전극 소재를 보다 효율적으로 대체할 수 있다.

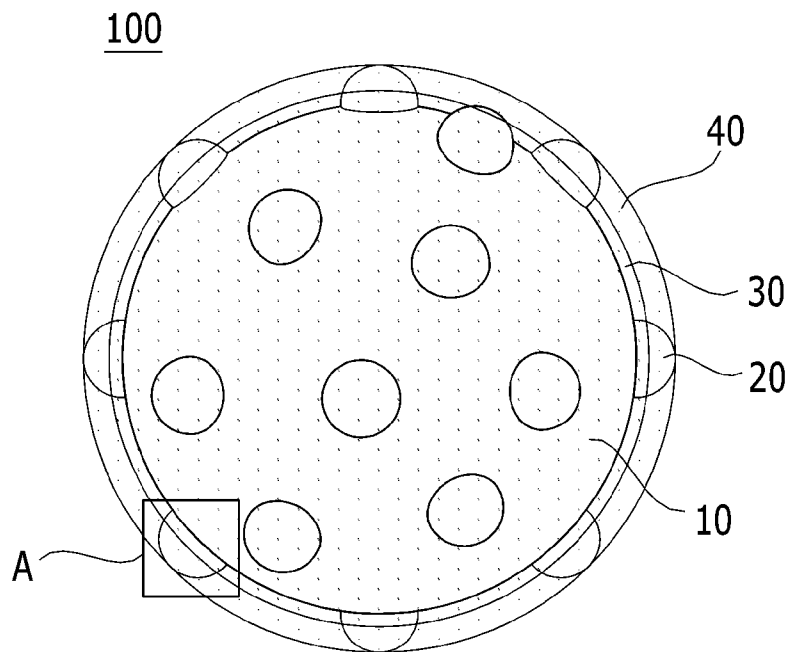
청구범위

- [청구항 1] 촉매, 이오노머 및 폴리도파민을 포함하는 전극.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 폴리도파민은 상기 촉매를 코팅하는 것인 전극.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 전극은
상기 촉매,
상기 촉매를 코팅하며, 상기 폴리도파민을 포함하는 폴리도파민 층,
그리고
상기 폴리도파민 층을 코팅하며, 상기 이오노머를 포함하는 이오노머 층
을 포함하는 것인 전극.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 전극은
상기 촉매,
상기 촉매를 코팅하며, 상기 폴리도파민 및 상기 이오노머를 포함하는
이오노머-폴리도파민 층
을 포함하는 것인 전극.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 촉매는 백금(Pt), 팔라듐(Pd), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir), 오스뮴(Os),
백금-M 합금(상기 M은 팔라듐(Pd), 루테튬(Ru), 이리듐(Ir), 오스뮴(Os),
갈륨(Ga), 티타늄(Ti), 마나듐(V), 크롬(Cr), 망간(Mn), 철(Fe), 코발트(Co),
니켈(Ni), 구리(Cu), 은(Ag), 금(Au), 아연(Zn), 주석(Sn), 몰리브덴(Mo),
텅스텐(W), 란탄(La), 로듐(Rh) 및 이들의 하나 이상의 조합으로 이루어진
군에서 선택되는 것) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택되는 어느
하나를 포함하는 것인 전극.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 촉매는 전체 전극 고형분의 50 내지 80 중량%만큼 포함하는 것인
전극.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 촉매는 촉매 금속 입자 단독 또는 담체에 담지된 촉매 금속 입자를
포함하는 것인 전극.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 담체는 탄소계 촉매 담체, 지르코니아, 알루미늄, 티타니아, 실리카,
세리아 등의 다공성 무기산화물, 제올라이트 및 이들의 하나 이상의
조합으로 이루어진 군에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것인 전극.
- [청구항 9] 제7항에 있어서,
상기 촉매가 담체에 담지된 촉매 금속 입자를 포함하는 경우, 상기 촉매

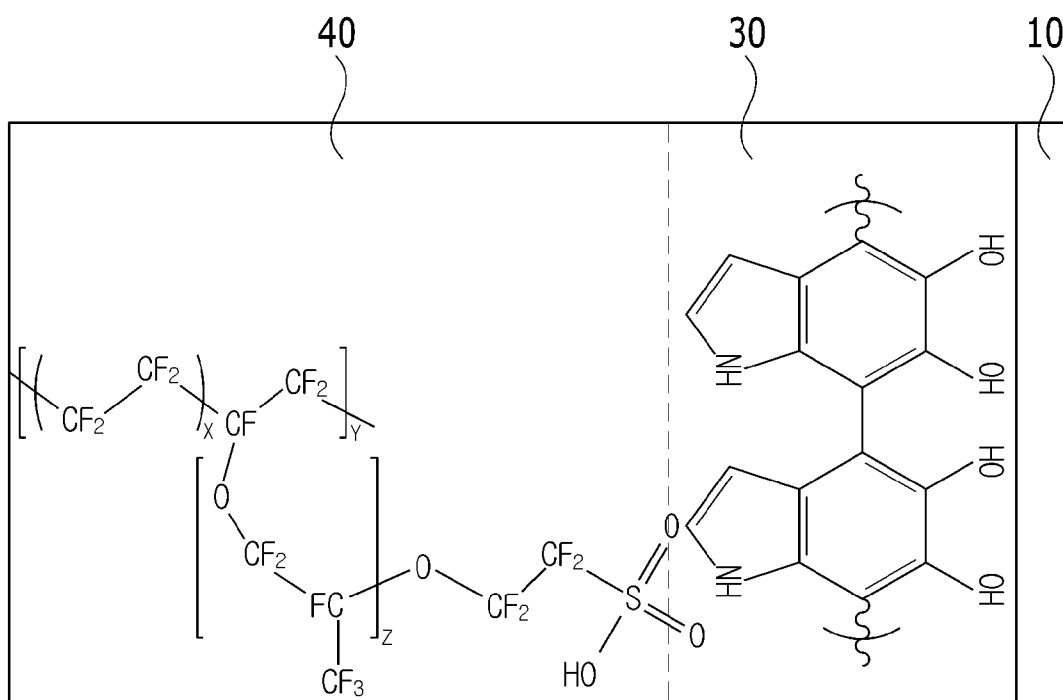
- 금속 입자는 상기 촉매의 20 내지 80 중량%만큼 포함하는 것인 전극.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 이오노머는 촉매에 술폰산기, 카르복실산기, 인산기, 포스포닌산기 및 이들의 유도체로 이루어진 군에서 선택되는 양이온 교환기를 가지고 있는 고분자 수지를 포함하는 것인 전극.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 이오노머는 전체 전극 고형분의 20 내지 50 중량%만큼 포함하는 것인 전극.
- [청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 폴리도파민은 상기 촉매 100 중량부에 대하여 0.1 내지 10 중량부로 포함되는 것인 전극.
- [청구항 13] 도파민을 포함하는 용매에 촉매를 첨가하여 촉매용액을 제조하는 단계, 상기 촉매용액에 이오노머를 첨가하여 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계, 그리고
상기 전극 형성용 조성물을 코팅하여 전극을 제조하는 단계를 포함하는 것인 전극의 제조방법.
- [청구항 14] 제13항에 있어서,
상기 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계에서,
상기 도파민은 상기 촉매의 환원력 또는 자연적인 산화반응에 의해 산화 및 중합되어, 상기 촉매 표면에 폴리도파민을 포함하는 폴리도파민 층을 형성하는 것인 전극의 제조방법.
- [청구항 15] 촉매 및 이오노머를 포함하는 용액에 도파민을 첨가하여 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계, 그리고
상기 전극 형성용 조성물을 코팅하여 전극을 제조하는 단계를 포함하는 것인 전극의 제조방법.
- [청구항 16] 제15항에 있어서,
상기 전극 형성용 조성물을 제조하는 단계에서,
상기 도파민은 상기 촉매의 환원력 또는 자연적인 산화반응에 의해 산화 및 중합되어, 상기 촉매 표면에 폴리도파민 및 이오노머를 포함하는 이오노머-폴리도파민 층을 형성하는 것인 전극의 제조방법.
- [청구항 17] 제14항 또는 제16항에 있어서,
상기 도파민의 중합시간은 6시간 이하인 것인 전극의 제조방법.
- [청구항 18] 제13항 또는 제15항에 있어서,
상기 코팅은 슬롯 다이 코팅, 바 코팅, 콤팩트 코팅, 닥터 블레이드 및 이들의 혼합법 중에서 선택되는 어느 하나를 포함하는 것인 전극의 제조방법.
- [청구항 19] 제13항 또는 제15항에 있어서,
상기 전극을 제조하는 단계 이후에 상기 전극을 고분자 전해질막에 전사하는 단계를 더 포함하는 것인 전극의 제조방법.

- [청구항 20] 제19항에 있어서,
상기 전사는 100 내지 150 °C, 1 내지 10 MPa에서 이루어지는 것인 전극의
제조방법.
- [청구항 21] 제1항의 전극을 포함하는 것인 연료전지.

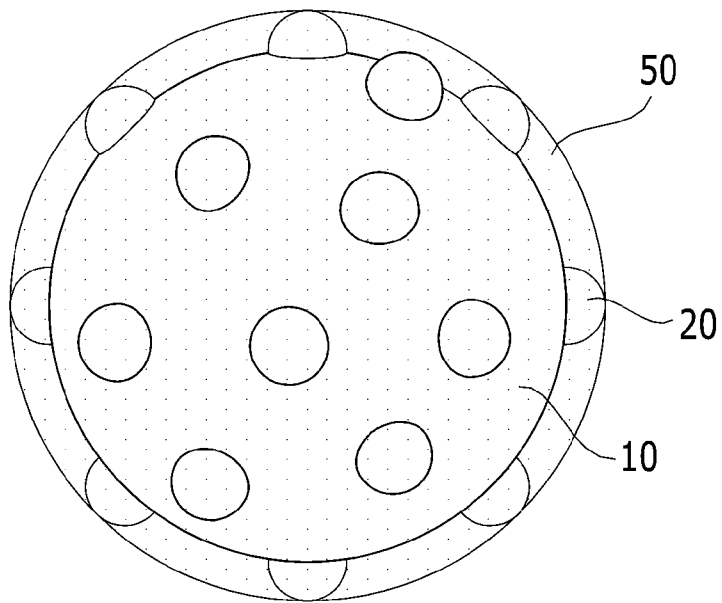
[도1]



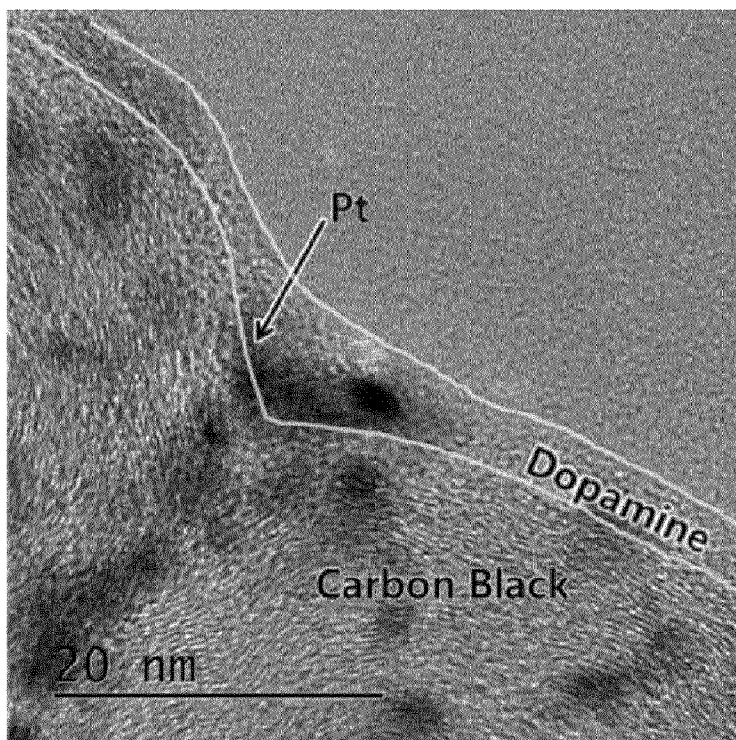
[도2]

A

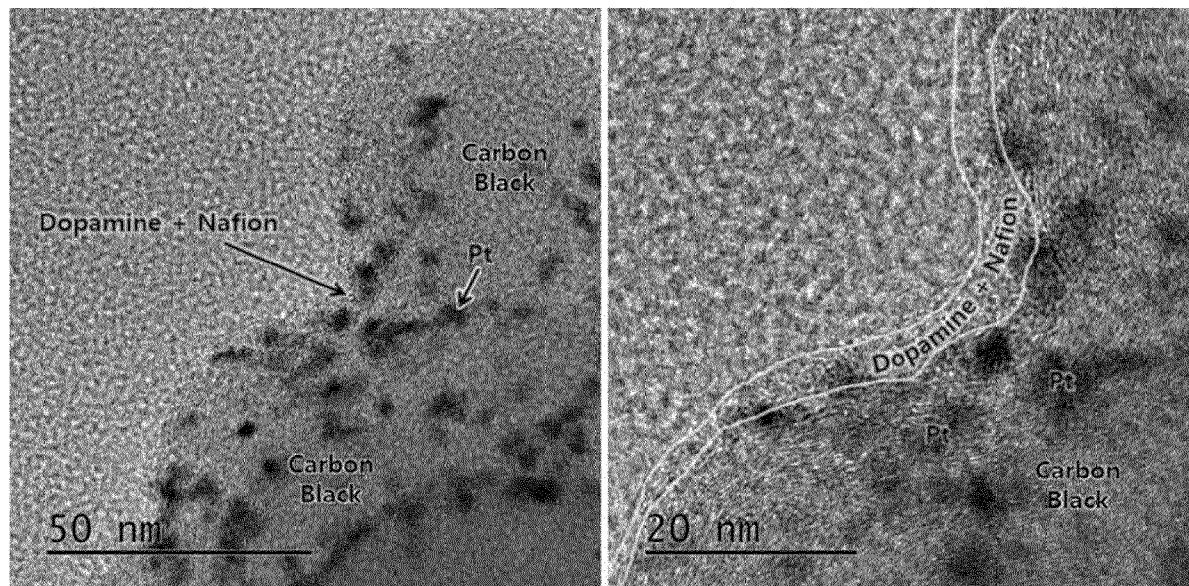
[도3]

110

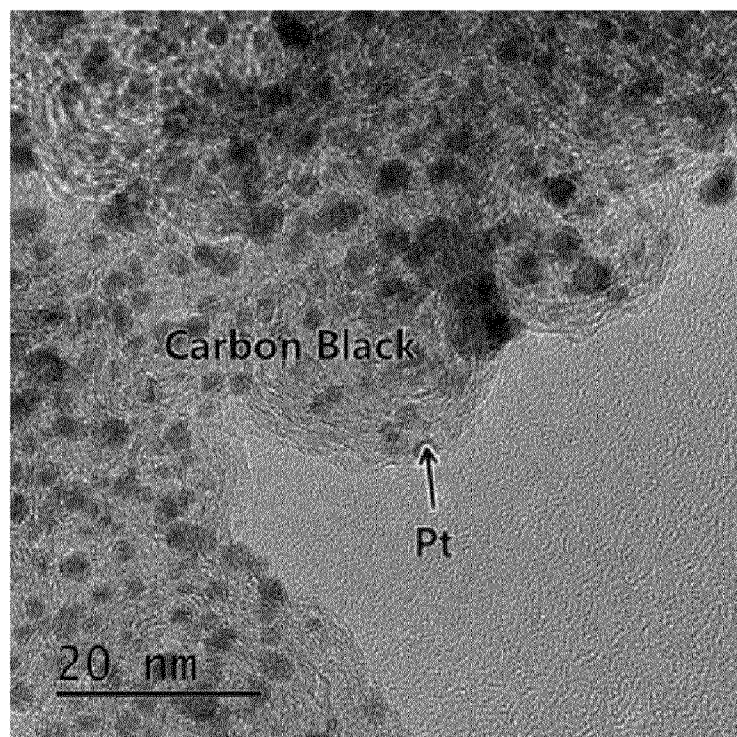
[도4]



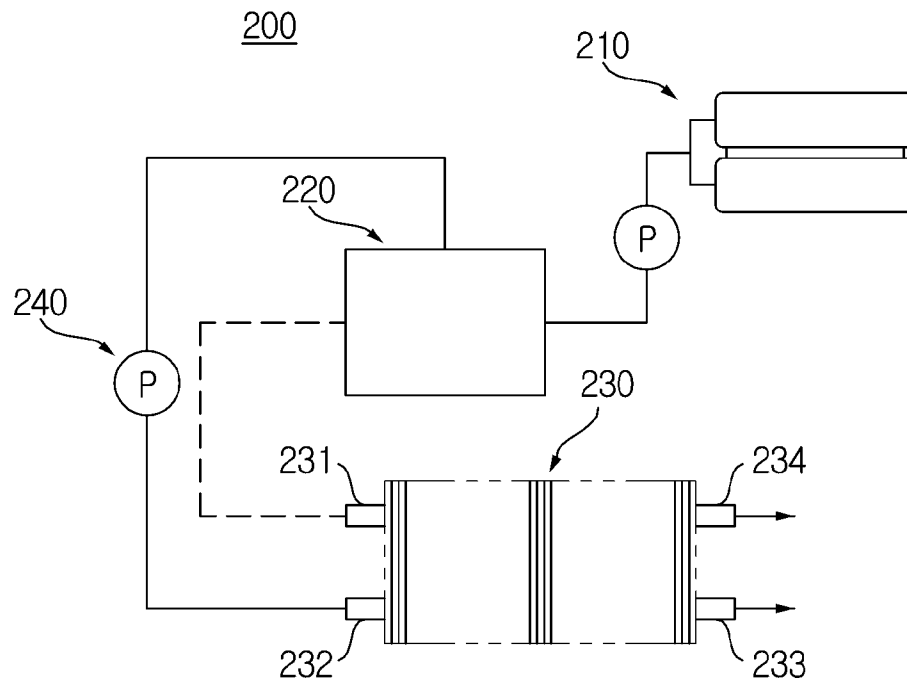
[도5]



[도6]



[57]



[도8]

